

УДК 629.4.067

И. А. СЕРИКОВА, канд. техн. наук, ас. ХНАДУ**ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОРПУСА АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОДДЕРЖАНИЯ
КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ**

Рассмотрены задачи системы поддержания курсовой устойчивости. Рассмотрены принципы работы МЭМС-датчиков ускорений – акселерометров. Приведено схемное решение измерения динамических характеристик корпуса автомобиля для задач поддержания курсовой устойчивости. Обосновано применение микроконтроллерной программируемой логики для первичной обработки данных с целью повышения точности измерений.

Ключевые слова: динамические характеристики, курсовая устойчивость, датчик ускорения, емкостный акселерометр, траектория движения.

Введение. В современном мире обеспечение безопасности передвижения на автомобиле - это приоритетная задача. Поэтому комплектация автомобиля системами безопасности становится обязательной.

Система курсовой устойчивости или система динамической стабилизации - это вспомогательная автомобильная система безопасности, которая предохраняет транспортное средство во время езды от заноса.

Система оказывает содействие удержанию автомобиля в рамках заданной траектории во всех режимах движения. Информация о динамических характеристиках корпуса автомобиля система получает с датчиков ускорений - акселерометров.

Анализ основных достижений и литературы. В 1990-х гг. МЭМС-устройства (МЭМС – микроэлектромеханические системы - технологии и устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты) получили массовое применение в датчиках автомобильных подушек безопасности. К основным типам МЭМС-датчиков для автомобильной электроники относятся акселерометры для подушек безопасности и гироскопы для электронных систем ориентации и управления курсовой устойчивостью. МЭМС-акселерометры работают на основе измерения емкости между подвижной массой и подложкой микросхемы. Подвижная масса изготавливается путем вытравливания материала вокруг этой структуры таким образом, чтобы физически изолировать ее от подложки. Над подложкой эту массу, перемещающуюся вдоль одной оси, удерживают пружинные подвесы, которые также ограничивают ее перемещение в перпендикулярном направлении. Для максимального увеличения емкости устройства и, следовательно, чувствительности и рабочего диапазона датчика, как правило, на кристалле создается сложная встречно-гребенчатая структура.

Таким образом изготовлены одно- и двухосевые акселерометры. В создании трехосевого акселерометра применяется другая структура. В трехосевых акселерометрах используются различные конструкции, а также задаются разные значения жесткости пружинных подвесов. Типовые акселерометры измеряют ускорения вплоть до 16g в зависимости от калибровки и настройки.

Цель исследования, постановка задачи. Целью настоящей работы является определение параметров датчика ускорений для систем поддержания курсовой устойчивости, применяемых в современном автомобиле.

© И. А. Серикова, 2013

Материалы исследований. Система стабилизации автомобиля выполняет свои функции достаточно эффективно, однако в действительности ее возможности ограничены, что не дает стопроцентную гарантию безопасности движения. Если дорога очень скользкая, то эффективность системы резко падает. Поэтому даже при небольших превышениях скорости на автодороге с небольшим сцеплением возможность схода автомобиля с трассы увеличивается во много раз. Например, в случае, когда водитель превысил допустимую скорость, из-за чего ему пришлось резко тормозить в крутом повороте (см. рис. 1).

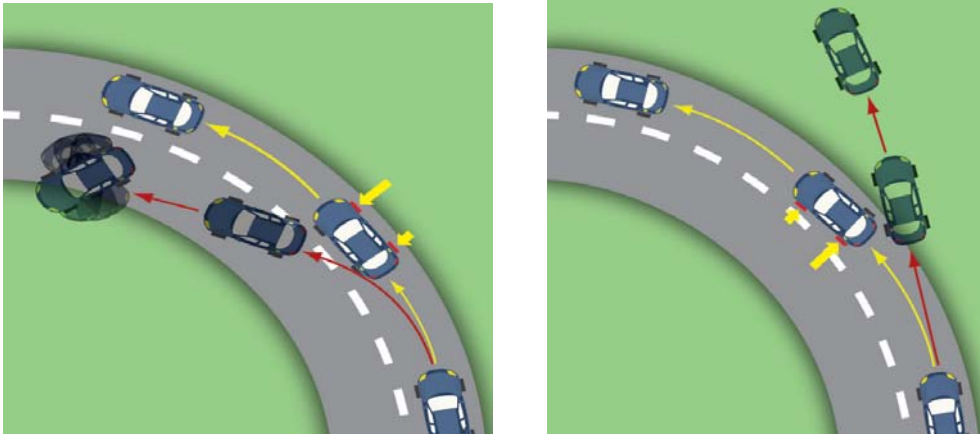


Рисунок 1 - Примеры работы системы поддержания курсовой устойчивости

Блок управления сканирует 25 раз в секунду показатели с датчика ускорения. И если, сопоставляя полученную информацию, главная микроконтроллерная система понимает, что реальное движение автомобиля не отвечает положению рулевого колеса и желанию водителя, меры принимаются немедленно. Блок управления отдает команду исполнительным модулям в тормозах и в двигателе, чтобы те замедлили вращение того или другого колеса или колес, а также уменьшили подачу топлива в камеру сгорания.

Автомобиль под влиянием силы инерции должен был заскользить на обочину, но ESP (см. рис. 2), замедлив вращение колес внутренней части поворота, уменьшила радиус движения, разрешив успешно вписаться в вираж.

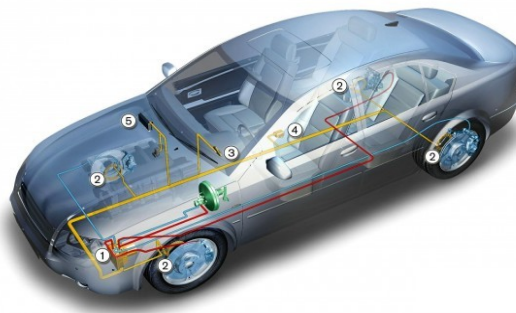


Рисунок 2 - Расположение элементов системы стабилизации ESP в автомобиле

В качестве первичного датчика ускорений наиболее целесообразно использовать акселерометры, изготовленные по МЭМС технологии, предназначенные для измерения ускорений в диапазонах $0... \pm 1,5... 0... \pm 250$ g ($g = 9,8$ м/с) по одной, двух или трех осям (см. рис. 3).

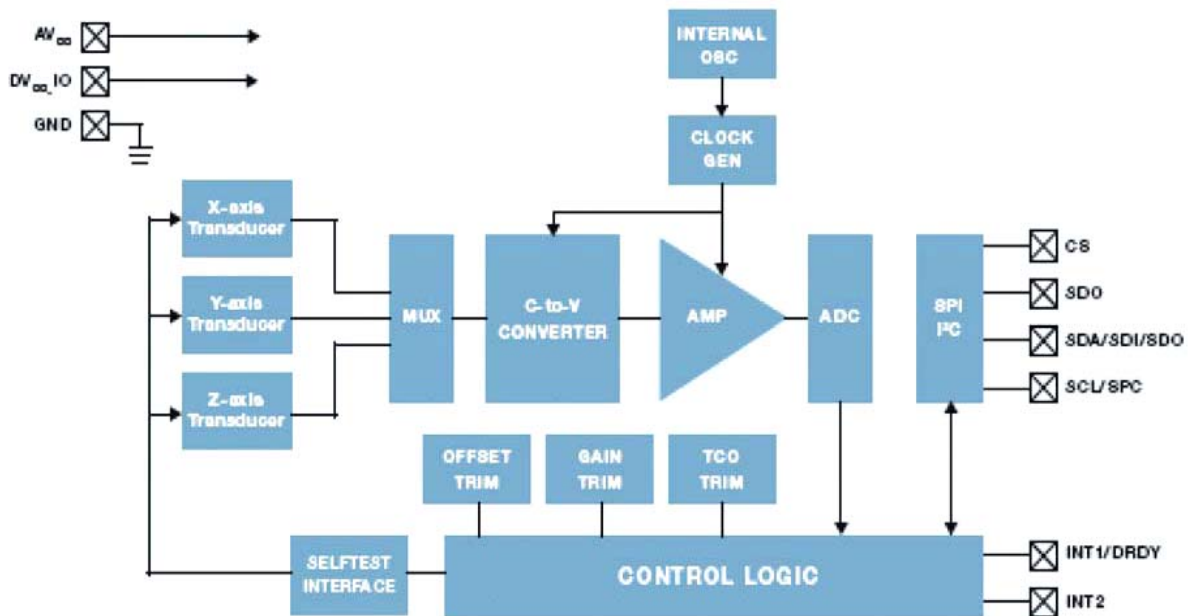


Рисунок 3 - Схема функциональная 3-х осевого датчика ускорения

Основой датчиков есть емкостный чувствительный элемент, который представляет собой микромеханическую систему, сформированную на поверхности кремниевой подкладки. Он состоит из центральной пластины, закрепленной с помощью упругих элементов, и трех неподвижных пластин (две основные и одна - для реализации функции самотестирования). В совокупности образуется дифференциальная емкость. Центральная пластина владеет сейсмомассой и может смещаться под действием ускорения, меняя тем самым свое положение относительно неподвижных пластин. Это приводит к изменению емкости микроконденсатора. Интегрированная на том же кристалле измерительная схема (интегратор, усилитель, ФНЧ, устройство температурной компенсации и тактовый генератор) фиксирует это и формирует исходное напряжение, линейно зависящее от действующего ускорения. Когда ускорения нет (подвижная пластина в среднем положении), уровень исходного напряжения равняется половине напряжения питания. Функция самотестирования активируется при подаче уровня логической единицы на соответствующий вход. Датчики имеют стандартный пропорциональный аналоговый выход по напряжению, которое очень удобно для подключения к АЦП микроконтроллера. Резонансная частота чувствительного элемента намного больше частоты среза встроенного ФНЧ, поэтому она никак не влияет на рабочую характеристику датчика. Пропорциональный выход (т.е. исходный сдвиг при нулевом ускорении и соответственно чувствительность линейно изменяются в зависимости от напряжения источника питания) - одно из преимуществ этих датчиков.

Результаты исследований. Электроника на автотранспортном средстве работает в тяжелых условиях под воздействием большого перепада температур, влажности и давлений. К изменению показаний акселерометра приводит и вибрация объекта и его движение с непостоянной скоростью. Применение микроконтроллерной программируемой логики позволяет провести первичную обработку данных и повысить точность измерений. Полученные данные поступают по мультиплексной шине данных на соответствующие модули.

Выводы. Был проведен анализ схемных решений относительно измерения ускорений частей автомобиля. Определены основные недостатки существующих систем и модулей, которые используются в настоящее время. Была показана целесообразность использования цифровых емкостных акселерометров в качестве датчиков ускорений с поддержкой мультиплексной шины данных.

В статье предложено использование трех датчиков ускорений для определения динамики корпуса автомобиля.

Список литературы: 1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. - М.: "Высшая школа", 2001. - 617с. 2. <http://www.canopen.org/>. 3. <http://www.can-cia.org/>. 4. Кофлин Р., Дрисколл Ф. Операционные усилители. - М.: "Мир", 2009. - 356с. 5. Измерения в электронике: Справочник. Под ред. В. А. Кузнецова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. 6. Мирский Г. Я. Электронные измерения. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1986.

Подана в редколлегию 13.05.2013

УДК 629.4.067

Вопросы измерения динамических характеристик корпуса автомобиля для задач поддержания курсовой устойчивости / И. А. Серикова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – № 29 (1002). – С. 145–148. – Бібліогр.: 6 назв.

Розглянуто задачі системи підтримки курсової стійкості. Розглянуто принципи роботи MEMS-датчиків прискорень - акселерометрів. Наведено схемне рішення вимірювання динамічних характеристик корпусу автомобіля для задач підтримки курсової стійкості. Обґрунтовано застосування мікроконтролерної програмувальної логіки для первинної обробки даних з метою підвищення точності вимірів.

Ключові слова: динамічні характеристики, курсова стійкість, датчик прискорення, ємнісний акселерометр, траєкторія руху.

Problems of system of maintenance of course stability are considered. The principles of operation of MEMS-sensors of accelerations – accelerometers are considered. The circuit solution of measurement of dynamic characteristics of the case of the car for problems of maintenance of course stability is provided. Application of microcontroller programmable logic for preprocessing of data with the purpose of increase of accuracy of measurements is proved.

Keywords: dynamic characteristics, course stability, acceleration sensor, capacitor accelerometer, movement trajectory.